

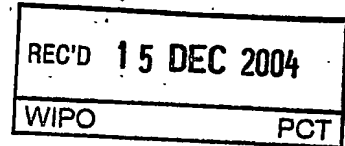
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

0 8 DEC 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP04/13108



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 54 777.0

**Anmeldetag:**

21. November 2003

**Anmelder/Inhaber:**SULT GmbH, 75365 Calw/DE;  
Dipl.-Ing. Hans Boffo, 60437 Frankfurt/DE.**Bezeichnung:**Elektromagnetisches Stellglied, Moduleinheit mit  
mehreren, nebeneinander angeordneten, elektri-  
schen Stellgliedern sowie Sortiereinrichtung zum  
Sortieren von unterschiedlichen recycelbaren Stoffen**IPC:**

H 01 F, B 07 C

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

51602

SULT GmbH  
Im Feldle 7  
75365 Calw

L.S.I. Dipl.-Ing. Hans BOFFO  
Siemensstraße 22b  
61130 Nidderau

## PATENTANMELDUNG

„Elektromagnetisches Stellglied, Moduleinheit mit mehreren, nebeneinander angeordneten, elektrischen Stellgliedern sowie Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen“

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Stellglied, eine Moduleinheit mit mehreren, nebeneinander angeordneten, elektrischen Stellgliedern sowie eine Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen.

In vielen technischen Bereichen und Arbeitsgebieten werden Stellglieder benötigt und umfangreich eingesetzt, um Stellvorgänge automatisch vorzunehmen. Stellglieder dienen auch dazu, in Produktionsanlagen mechanische Teile, wie beispielsweise Klappen und Arme, zu verstellen.

Elektromagnetische Stellglieder, wie sie vorstehend erwähnt sind, sind üblicherweise mit einer Spule und einem in der Spule bewegbaren Metallkern ausgeführt. Unter Anlegen eines Stroms an die Spule, mit der entsprechenden Stromrichtung und Stärke, wird der Kern in die Spule, entgegen der Kraft in einer Feder, hineingezogen, und bei Wegnahme des Stroms wird der Kern, der auch als Kolben bezeichnet werden kann, wieder in die Ausgangsstellung zurückgeführt.

Neben elektromagnetischen Stellgliedern werden auch weit verbreitet pneumatische Stellglieder eingesetzt. Solche pneumatischen Stellglieder benötigen aber entsprechende Druckluftversorgungen, die insbesondere dann, wenn sie mit großer Leistung ausgelegt sind, einen umfangreichen Installationsraum erfordern. Diese Druckluftversorgungen stellen darüber hinaus umfangreiche Fehlerquellen dar, ungeachtet der

Tatsache, dass sie gewartet werden müssen. Gleiches gilt auch dann, wenn solche Stellglieder mit Öldruck betätigt werden.

Ein besonderes Einsatzgebiet von Stellgliedern sind Sortiereinrichtungen zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen, mit denen sich auch die vorliegende Erfindung befasst. Insofern wird der derzeitige Stand der Technik auf diesem Gebiet nachfolgend kurz beschrieben.

Umweltauflagen, aber auch die Forderung, die natürlichen Ressourcen an Rohstoffen zu schonen, führen dazu, dass wiederverwertbare Stoffe aus Abfallprodukten recycelt werden. Besonders wertvoll sind dabei Metalle, die, nachdem sie aus Abfall heraussortiert sind, als Rohstoffe erneut verarbeitet oder neuen Rohstoffen zugechlagen werden. Von besonderer Wichtigkeit ist bei diesem Recyclen, dass die unterschiedlichen Stähle und Restmetalle ihrer Art nach getrennt werden, da nur reine Grundstoffe wertvolle Grundmaterialien zur Wiederverwertung darstellen.

Da die zu recycelnden Abfallmengen zunehmend größer werden, werden seit mehreren Jahren Sortiereinrichtungen eingesetzt, die die Abfallprodukte, so auch den Hausmüll, sortieren. Neben Kunststoffen sind eine besonders wertvolle Fraktion Metalle, die, nachdem sie einmal separiert sind, ihrer Art nach sortiert werden müssen.

Solche Anlagen zum Recyclen von wiederverwertbaren Stoffen werden in einer rauen Umgebung eingesetzt, so dass in der Vergangenheit Sortierungen von Metallteilen unter Einsatz von Drucklufteinrichtungen vorgenommen wurden. Solche Sortiervorrichtungen umfassen üblicherweise eine Förderrinne, von der aus die zerkleinerten Metallteile, als vorsortiertes Schüttgut, auf ein Förderband aufgegeben werden. Die einzelnen Metallstücke, über die Breite des Förderbands verteilt, werden dann über ein Feld aus Metallsensoren, die üblicherweise induktiv arbeiten, geführt. Ausgangsseitig des Förderbands befindet sich ein Düsenfeld mit einzelnen Düsen, aus denen Luft ausgestoßen werden kann. In Zuordnung von Signalen, die von den einzelnen Metallsensoren beim Erfassen eines Metallteils auf dem Förderband abgegeben werden, werden die jeweiligen dieser Position des Metallteils entsprechenden Druckluftdüsen angesteuert, um die Flugbahn der von dem Förderband abgeworfe-

nen Metallteile so zu verändern, dass sie von dem Rest der Metallteile ausgesondert werden. Solche Anlagen zeigen im Einsatz Vor- und Nachteile; als Nachteile sind die aufwendige Druckluftversorgung des Düsenfelds, die ungenaue Separation von leichten Materialien, wie zum Beispiel Schaumstoffen, durch die Beeinflussung von benachbarten Sortierstoffen und eine ungenaue Separation durch die geometrische Form der Sortierstoffe zu nennen.

Ausgehend von dem vorstehend beschriebenen Stand der Technik, sowohl elektromagnetische Stellglieder als auch Sortiereinrichtungen für recycelbare Stoffe betreffend, liegt der vorliegenden Erfindung nun die Aufgabe zugrunde, ein elektromagnetisches Stellglied, eine Moduleinheit mit mehreren solchen nebeneinander angeordneten, elektromagnetischen Stellgliedern, und eine Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen zu schaffen, die die Nachteile des vorstehend beschriebenen Stands der Technik vermeiden und insbesondere in ihrem Aufbau einfach sind, und einen hohen Wirkungsgrad aufweisen, sofern die Stellglieder betroffen sind, und darüber hinaus eine Sortiereinrichtung zu schaffen, die solche Stellglieder einsetzt und dadurch einen kompakten Aufbau ergibt, der insbesondere umfangreiche Versorgungseinrichtungen, wie beispielsweise Druckluftversorgungen, vermeidet.

Gelöst wird diese Aufgabe, soweit ein elektromagnetisches Stellglied betroffen ist, durch ein elektromagnetisches Stellglied mit mindestens einer drehbar um eine Achse aufgehängten mit Strom beaufschlagbaren Spule, wobei die Spule von einer Grundstellung aus im Spalt zwischen zwei gegenpoligen, ersten Permanentmagneten eine Drehbewegung um die Achse zu einer zweiten Stellung in einen Spalt zwischen zwei zweiten, gegenpoligen Permanentmagneten vornimmt, mit einem Magnetfeld, das im Spalt der zweiten Permanentmagnete entgegengesetzt zu der Richtung des Magnetfelds im Spalt der ersten Permanentmagnete verläuft, wobei die Drehbewegung der Spule einen Stellvorgang bewirkt.

Weiterhin wird gemäß der Erfindung eine Moduleinheit geschaffen, die mehrere, nebeneinander angeordnete, elektromagnetische Stellglieder, wie sie vorstehend angegeben sind, aufweist.

Schließlich wird die vorstehende Aufgabe, soweit eine Sortiereinrichtung betroffen ist, gelöst durch eine Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen Stoffen, die ein Transportband sowie mindestens einen dem Transportband zugeordneten Sensor aufweist, wobei der mindestens eine Sensor ortsabhängig Stoffteile auf dem Transportband erfasst, und mit mindestens einem seitlich des Transportbands angeordneten elektromagnetischen Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei ortsabhängig von Signalen des mindestens einen Sensors ortsabhängig das Stellglied angesteuert wird, um ein mit dem Stellglied verbundenes Auswurfteil in den Transportweg des entsprechend erfassten Stoffteils zur Aussonderung des Stoffteils zu schwenken.

Auch wird die Aufgabe, soweit die Sortiereinrichtung betroffen ist, gelöst durch eine Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen Stoffen, die ein Transportband sowie mindestens einen dem Transportband zugeordneten Sensor aufweist, wobei der mindestens eine Sensor ortsabhängig Stoffteile auf dem Transportband erfasst, und mit mindestens einem hinter dem auslaufseitigen Ende des Transportbands angeordneten elektromagnetischen Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei ortsabhängig von Signalen des mindestens einen Sensors ortsabhängig das Stellglied der Moduleinheit angesteuert wird, um ein mit dem Stellglied verbundenes Auswurfteil in die Flugbahn des entsprechend erfassten Stoffteils zu schwenken.

Schließlich wird die Aufgabe, soweit die Sortiereinrichtung betroffen ist, gelöst durch eine Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen, die ein Transportband sowie ein dem Transportband zugeordnetes Sensorfeld aufweist, wobei das Sensorfeld ortsabhängig Stoffe auf dem Transportband erfasst, und mit einer hinter dem auslaufseitigen Ende des Transportbands angeordneten Moduleinheit, wie sie vorstehend erwähnt ist, wobei ortsabhängig von Signalen des Sensorfelds ortsabhängig entsprechende Stellglieder der Moduleinheit angesteuert werden, um ein mit dem jeweiligen Stellglied verbundenes Auswurfteil in die Flugbahn des entsprechend erfassten Stoffteils zu schwenken.

Das elektromagnetische Stellglied, wie es gemäß der Erfindung aufgebaut ist, zeichnet sich zum einen durch einen einfachen Aufbau aus, zum anderen können damit relativ hohe Stellkräfte erreicht werden. Darüber hinaus bietet ein solches elektromagnetisches Stellglied die Möglichkeit, einen schmalen Aufbau zu erzielen, wobei die Breite des Stellglieds im Wesentlichen durch die Dicke der Permanentmagnete sowie die Dicke der Spule, zusätzlich zu einem Außengehäuse, vorgegeben ist. Aufgrund eines solchen schmalen Aufbaus besteht die Möglichkeit, mehrere dieser Stellglieder zu einer Moduleinheit kompakt zusammenzusetzen, so dass ein Feld aus Stellgliedern erreicht werden kann. In einer solchen Moduleinheit können dann einzelne Stellglieder, falls eine Reparatur einer fehlerhaft arbeitenden Einheit erforderlich ist, ausgetauscht werden. Mit einem solchen Aufbau sind nur die elektrischen Versorgungsleitungen von dem Stellglied zu trennen und mit dem neuen Stellglied wieder zu verbinden. Ein solcher Austausch eines Stellglieds kann auch durch Bedienungs- und Wartungspersonal vorgenommen werden, die übliche Fachkenntnisse haben. Aus diesem Grund ist ein solches elektromagnetisches Stellglied, aber auch eine gesamte Moduleinheit, die aus mehreren solchen Stellgliedern aufgebaut ist, besonders für Sortiereinrichtungen zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen einsetzbar, d.h. in einer rauen Umgebung. Im Einsatz konnte eine solche Sortiereinrichtung insbesondere zum Sortieren von Metallteilen getestet werden und hat zu guten Ergebnissen geführt. Als besonderer Vorteil ist bei solchen Sortiereinrichtungen mit diesen elektromagnetischen Stellgliedern hervorzuheben, dass keine aufwendigen Druckluftversorgungen benötigt werden. Dadurch ist diese Sortiereinrichtung äußerst mobil und kann an beliebigen Orten eingesetzt werden, wobei nur die elektrische Versorgung sichergestellt werden muss, die ohnehin zum Antrieb des Förderbandes benötigt wird. Die Vorteile liegen vor allem in der Separationsgeschwindigkeit von bis zu 30 Hz (je nach Ausführung, Stellwinkel und Art der Teile, in der Anpassung der geometrischen Form des Stellglieds an die Korngröße der Sortierstoffe) sowie in der Möglichkeit, in einfacher Weise die Anordnung an die verschiedenen Einsatzbedingungen anpassen zu können.

In dem vorstehend angegebenen Stellglied verlaufen die Windungen der Spule in Ebenen, die im Wesentlichen senkrecht zu der Achse liegen.

Bevorzugt werden Permanentmagnete aus Neodymium-Eisen-Bor eingesetzt. Diese Permanentmagnete haben den Vorteil, dass sie die höchste Energiedichte aller Magnetwerkstoffe besitzen. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erhalten, werden die Permanentmagnete als plattenförmige Ringsegmente ausgebildet.

Diese Ringsegmente, deren Innenradius und Außenradius ihren Ursprung an der Achse haben, wo die Spule aufgehängt ist, sind dadurch der Drehbewegung der Spule angepasst. In Verbindung mit diesen als Ringsegmente ausgebildeten Permanentmagneten wird die Spule so aufgebaut, dass sie zwei Schenkel aufweist, die radial zu der Achse ausgerichtet sind. Dadurch ergibt sich, dass die Windungen nahezu senkrecht zum statischen Feld der Permanentmagnete liegen. Hieraus ergibt sich die höchste Effizienz bezüglich der erzielbaren Kraftwirkung.

Die beiden Abschnitte der Spule, die diese Schenkel miteinander verbinden, sind so in Bezug auf die ringsegmentförmigen Permanentmagnete positioniert, dass sie im Wesentlichen außerhalb des Hauptmagnetfeldes der Permanentmagnete liegen, so dass der Einfluss dieser Abschnitte der Spule bei einem Stromfluss gering gehalten wird.

Für einen einfachen Aufbau ist die Spule an einem Träger gehalten, der an der Achse aufgehängt ist, wobei das der Spule gegenüberliegende Ende des Trägers ein Verstellteil bildet. Dieses Verstellteil kann dann mit weiteren Elementen verbunden werden, die den jeweiligen Anforderungen an das elektromagnetische Stellglied angepasst werden. In Verbindung mit Sortiereinrichtungen, wie sie auch Gegenstand dieser Beschreibung sind, wird an dem Träger ein Plattenelement befestigt, das unter einer Bewegung der Spule und damit unter Bewegung des Trägers ein Aufprallteil bildet.

Für die Gehäusestruktur des elektromagnetischen Stellglieds können die jeweiligen Permanentmagnete auf der einen Seite und auf der anderen Seite des Spalts an jeweils einer Grundplatte gehalten werden. In jeder dieser Grundplatte kann ein Lager vorgesehen werden, in denen die Achse gehalten ist, um die sich der Träger und damit die Spule schwenkt.

Ein besonderes Problem ist die Stromversorgung der Spule im Hinblick darauf, dass die Spule bei ihren Stellvorgängen eine Bewegung von der Grundstellung in eine Arbeitsstellung und dann wieder zurück in die Grundstellung vornimmt. Demzufolge würden sich Schleifkontakte anbieten, die aber eine aufwendige Konstruktion darstellen, einer Abnutzung unterliegen und die Reibung erhöhen. Demzufolge wird, in einer bevorzugten Ausgestaltung des elektromagnetischen Stellglieds, die Spule mittels mit Silikon ummantelten Litzenleitungsdrähten mit Strom versorgt. Ein solcher Litzenleitungsdraht kann auf jeder Seite des Trägers angeordnet und mit der Gehäusestruktur verbunden sein. Solche mit Silikon ummantelten Litzenleitungsdrähte haben in Tests bis zu 1 Million Bewegungszyklen standgehalten, ohne dass sie gebrochen sind und damit das elektromagnetische Stellglied außer Funktion gesetzt hätten. Es sollte allerdings bei dem Einsatz solcher Litzendrähte darauf geachtet werden, dass die Kontakt- bzw. Verlötlungsstellen an der Spule sowie auf der Gehäuseseite nur geringen Belastungen unterworfen werden, was bedeutet, dass die Litzendrähte in einer ausreichend großen Schlaufe verlegt werden sollten, so dass sich die Bewegung des Litzendrahtes auf diesen Schlaufenbereich beschränkt. Daher sollte der jeweilige Litzenleitungsdraht bzw. die Schlaufe eine Länge aufweisen, die ein Mehrfaches des direkten Verbindungswegs zwischen einer Anschlussstelle an der Spule und einer gehäuseseitigen Anschlussstelle beträgt.

Die vorstehend erwähnten Grundplatten, an denen die jeweiligen Permanentmagnet gehalten sind, werden bevorzugt durch eine Gehäusewand, die die Spule und die Permanentmagnete umschließt, auf Abstand gehalten.

Um ein elektromagnetisches Stellglied bereitstellen zu können, das drei unterschiedliche Positionen einnehmen kann, um einen Stellvorgang neben einer Grundstellung zu zwei weiteren Stellungen durchführen zu können, wird mindestens ein weiteres drittes Permanentmagnetpaar, gegenpolig zu dem zweiten Permanentmagnetpaar, vorgesehen mit einem Spalt dazwischen, weiterhin wird eine weitere Spule vorgesehen, die weitere Spule zu der ersten Spule versetzt ist derart, dass sie näher zu dem dritten Permanentmagnetpaar liegt und dann mit Strom beaufschlagt wird, wenn eine Drehbewegung von dem zweiten Permanentmagnetpaar zu dem dritten Permanentmagnetpaar erfolgt, da die zweite Spule näher zu dem zweiten Permanentmagnet-



paar positioniert ist. Um die Anordnung wieder von der zweiten Stellung zurück in die erste Stellung zu überführen, wird dann die andere Spule, die näher zu dem zweiten Permanentmagnetpaar liegt, mit Strom beaufschlagt, während die andere Spule nicht von Strom durchflossen wird. Mittels der beiden Spulen ist es möglich die jeweiligen Verstellvorgänge vorzunehmen. Mit einer solchen Anordnung mit zwei Spulen, die wahlweise mit Strom beaufschlagt werden, sind die einzelnen Positionen zwischen den Permanentmagnetpaaren erreichbar. Diese jeweiligen Stellungen der Spulen zwischen den jeweiligen Permanentmagnetpaaren können für einen Stellvorgang ausgenutzt werden. Diese Anordnung, die die zwei zueinander versetzten Spulen aufweist, kann durch weitere Permanentmagnetpaare erweitert werden, da durch die versetzte Lage der Spulen zwischen benachbarten Permanentmagnetpaaren verstellt werden kann.

Für bestimmte Anwendungen ist es zu bevorzugen, dass die Permanentmagnete einen Sektor von etwa  $90^\circ$  überdecken.

Für andere Anwendungen, bei denen drei Permanentmagnetpaare vorgesehen sind, kann der Sektor zwischen  $120^\circ$  und  $180^\circ$  betragen.

Grundsätzlich wird die Spule auch in der Grundstellung mit negativer oder positiver Spannung beaufschlagt und wird für die Überführung von der Grundstellung in die zweite Stellung umgepolt. Um die Spule dann von der zweiten Stellung in die Grundstellung zurückzuführen, wird erneut umgepolt.

Durch den kompakten Aufbau eignen sich diese Stellglieder insbesondere dazu, Moduleinheiten mit mehreren solchen nebeneinander angeordneten elektromagnetischen Stellgliedern aufzubauen. Hierbei werden bevorzugt die Achsen, an denen die Spulen aufgehängt sind, auf einer Linie liegend ausgerichtet. Um pro Längeneinheit weitere elektromagnetische Stellglieder in einer Moduleinheit unterbringen zu können, können die Achsen auch zueinander versetzt werden, so dass beispielsweise erste und zweite Stellglieder jeweils mit ihren Achsen auf einer ersten Linie und einer zweiten Linie liegend angeordnet sind.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. In der Zeichnung zeigt

Figur 1 eine Draufsicht auf ein elektromagnetisches Stellglied mit abgenommener Gehäuseplatte, wobei dieses Stellglied zwei Permanentmagnetpaare aufweist, und zwar eine Grundstellung darstellend,

Figur 2 eine Draufsicht auf ein weiteres, elektromagnetisches Stellglied, mit abgenommener Gehäuseplatte, das drei Permanentmagnetpaare sowie zwei Spulen aufweist, und zwar eine Grundstellung darstellend,

Figur 3 das elektromagnetische Stellglied der Figur 2, wobei in strichpunktierter Linie und in unterbrochenen Linie zwei weitere Stellungen dargestellt sind,

Figur 4 eine Moduleinheit mit zehn nebeneinander angeordneten elektromagnetischen Stellgliedern, wie sie in den Figuren 1 bis 3 dargestellt sind,

Figur 5 die Moduleinheit der Figur 4, ohne die seitlichen Halteplatten, so dass die Sicht auf das Innere der vordersten Moduleinheit freigegeben ist,

Figur 6 eine schematische Seitenansicht einer Sortiereinrichtung mit einem Transportband, an dessen auslaufseitigem Ende die Moduleinheit, wie sie in den Figuren 4 und 5 dargestellt ist, angeordnet ist, wobei mit dieser Sortiereinrichtung zwei unterschiedliche Fraktionen an Stoffen in zwei unterschiedliche Behälter sortiert werden,

Figur 7 die Sortiereinrichtung der Figur 6 in einer perspektivischen Ansicht, angeordnet auf einem Untergestell, und mit einer an deren auslaufseitigem Ende angeordneten Moduleinheit, wie sie in den Figuren 4 und 5 dargestellt ist, und

Figur 8 ein Transportband mit drei einzelnen, seitlich des Transportbands angeordneten Stellgliedern.

Das elektromagnetische Stellglied, wie es in einer ersten Ausführungsform in Figur 1 dargestellt ist, umfasst eine Gehäusestruktur 1 mit zwei Grundplatten 2 sowie einer den Innenraum 3 begrenzenden Gehäusewand 4. Die Grundplatten 2, von denen nur eine dargestellt ist, sind parallel zueinander ausgerichtet. Zusätzliche Distanzhalter 5 sind in den Eckenbereichen, im Innenraum 3, angeordnet, mittels der die beiden Grundplatten 2 auf Abstand gehalten und verschraubt werden. Die Gehäusewand 4 ist in einer Nut 6 in den beiden Grundplatten 2 eingelassen.

Um den Innenraum 3 des elektromagnetischen Stellglieds freizugeben, ist in der Darstellung der Figur 1 die obere Grundplatte 2 abgenommen. Mit dem Aufbau der Gehäusestruktur 1 aus den beiden Druckplatten 2, der Gehäusewand 4 sowie dem Distanzhalter 5 ergibt sich ein einfacher, aber dennoch stabiler Aufbau. Die Gehäuseteile sind bevorzugt aus Aluminium gefertigt.

Jede der beiden Grundplatten 2 trägt auf der Innenseite zwei Permanentmagnete 6, die als plattenförmige Ringsegmente ausgebildet sind. Diese Ringsegmente besitzen einen Innenradius und einen Außenradius, der seinen Ursprung entlang einer Achse 7 hat. An der Grundplatte 2, die in Figur 1 nicht zu sehen ist, da sie von der Gehäusestruktur 1 abgenommen ist, sind ebenfalls Permanentmagnete 6 angeordnet, die in ihrer Größe, Form und Lage den beiden Permanentmagneten 6 entsprechen, die in Figur 1 zu sehen sind. Dadurch wird ein erstes Permanentmagnetpaar 8 sowie ein zweites Permanentmagnetpaar 9 gebildet. Die Dicke der Permanentmagnete 6 ist so gewählt, dass zwischen den jeweiligen Permanentmagnetpaaren 8, 9 ein Spalt belassen ist. In diesem Spalt ist eine Spule 10 durch einen Träger 11 gehalten, der an der Achse 7, über ein Kugellager 12 gelagert, aufgehängt ist. Während der Träger 11 auf der Seite zu den Permanentmagneten 6 hin die Spule 10 hält, ist er auf der der Spule 10 gegenüberliegenden Seite so verlängert, dass er sich durch eine Öffnung 13 in der Gehäusestruktur 1 heraus erstreckt. Diese Öffnung 13 in der Gehäusestruktur 1 ist durch ein jeweils nach innen abgewinkeltes Ende 14 der Gehäusewand 4 begrenzt. Der Träger 11 kann sich somit von einer Grundstellung, die in Figur 1 dargestellt ist, wo das untere, abgewinkelte Ende 14 der Gehäusewand 4 einen Anschlag bildet, d.h. von einer ersten Stellung aus, zu einer zweiten Stellung schwenken, in der das in Figur 1 obere, abgewinkelte Ende 14 der Gehäusewand 4

ebenfalls einen Anschlag bildet, um die Schwenkbewegung zu begrenzen. An dem über die Gehäusewand 4 vorstehenden Ende des Trägers 11 ist eine Platte 15 befestigt, die mit einem Schwenken des Trägers 11 zusammen mit der Spule 10 von der Grundstellung, die in Figur 1 gezeigt ist, zu einer Arbeitsstellung in Richtung des Schwenkpfeils 16 geschwenkt wird.

Die Spule, wie sie in Figur 1 zu sehen ist, weist zwei Schenkel 17 auf, die radial zu der Achse 7, an der der Träger 11 aufgehängt ist, verlaufen. Ein dritter Abschnitt 18 der Spule 10 verläuft kreisbogenförmig und ist in etwa dem Außenradius der Permanentmagnete 6 angepasst, liegt aber in Projektion auf die Permanentmagnete 6 außerhalb des Außenradius der Permanentmagnete. Ein vierter Abschnitt 19 der Spule 10 befindet sich außerhalb des Innenradius der Permanentmagnete 6.

Die Windungen der Spule 10, die nicht näher zu sehen sind, verlaufen im Wesentlichen senkrecht zu der Achse 7, d.h. parallel zu der Zeichenebene der Figur 1. Die Spule 10 wird über zwei Litzenleitungsdrähte 20 mit Strom versorgt. Bei diesen Litzenleitungsdrähten 20 handelt es sich um mit Silikon ummantelte Drähte, die sich als sehr flexibel und haltbar erweisen. Diese Litzenleitungsdrähte 20 sind in einer Schlaufe gelegt, wie dies zu sehen ist, wobei das eine Ende mit der Spule 10 verbunden ist, während das jeweilige andere Ende die gehäusesseitige Stromzufuhr bildet. Die Länge der Schlaufe der Litzenleitungsdrähte 20 ist so gewählt, dass sichergestellt ist, dass die jeweiligen Kontaktpunkte auf der Seite der Spule 10 und auf der Gehäusesseite keine wesentliche Biegung erfahren.

Die Permanentmagnete 6 des ersten Permanentmagnetpaares 8 weisen ein Magnetfeld auf, das entgegengesetzt zu dem Magnetfeld des zweiten Permanentmagnetpaares 9 verläuft. Dies bedeutet auch, dass die beiden in Figur 1 an der Grundplatte 2 befestigten Permanentmagnete 6 eine entgegengesetzte Polarität haben. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass zwischen den beiden Permanentmagneten 6 bzw. zwischen dem ersten Permanentmagnetpaar 8 und dem zweiten Permanentmagnetpaar 9 ein Zwischenraum, mit dem Bezugszeichen 21 bezeichnet, belassen ist; um dies zu verdeutlichen, sind die nicht sichtbaren Bereiche der Permanentmagnete 6 in unterbrochener Linie dargestellt.

Um das elektromagnetische Stellglied zu betätigen, wird die Spule 10, die in der in Figur 1 gezeigten Grundstellung negativ vorgespannt ist, mit einem positiven Stromimpuls beaufschlagt, wodurch sie, aufgrund der unterschiedlich gerichteten Magnetfelder des ersten und des zweiten Permanentmagnetpaares 8, 9, eine Bewegung von dem ersten Permanentmagnetpaar 8 zu dem zweiten Permanentmagnetpaar 9 vornimmt. Aufgrund dieser Bewegung wird der Träger 11 mit der daran gehaltenen Platte 15 verschwenkt, so dass die Platte 15 schräggestellt wird. Um das elektromagnetische Stellglied bzw. die Platte 15 wieder in die Grundstellung zurückzuführen, wird der an die Spule 10 angelegte Strom umgepolt, so dass aufgrund der umgekehrten Stromrichtung in der Spule diese wieder in die in Figur 1 gezeigte Grundstellung zurückgeführt wird.

Zu der elektrischen Versorgung des Stellglieds, wie es in Figur 1 gezeigt ist, ist folgendes anzumerken, wobei diese Ausführungen auch auf die weiteren Ausführungsformen, wie sie in den nachfolgend beschriebenen Figuren dargestellt sind, übertragen werden können. Die Spule wird bevorzugt in der Grundstellung, d.h. zwischen dem ersten Permanentmagnetpaar 8, negativ vorgespannt. Das Abschalten der negativen Spannung und das gleichzeitige Anschalten der positiven Spannung bewirkt eine schnellstmögliche Drehbewegung zur Endposition (wenn zwei Permanentmagnetpaare eingesetzt werden). Eine Rückholung erfolgt wiederum durch Umschalten von positiver auf negative Spannung. Aufgrund der zeitlichen Einwirkung des Stroms kann die Spule, beispielsweise bei Einsatz des Stellglieds für einen Sortiervorgang, kurzzeitig sehr viel höher belastet werden. Es gibt keine Federgegenkräfte. In Verbindung mit den hohen Antriebskräften, der geringen, bewegten Masse des Stellglieds, der fehlenden Federgegenkräfte und der kurzzeitigen Erhöhung des Federspulenstroms wird eine sehr schnelle Änderung der Stellung der Platte 15 erreicht.

Figur 2 stellt nun eine zweite Ausführungsform eines elektromagnetischen Stellglieds dar, wobei, im Gegensatz zu der Ausführungsform der Figur 1, nur die Grundplatte 2 dargestellt ist, mit einem Träger 11, der an der Achse 7 schwenkbar gehalten ist, sowie einer an dem Träger 11 befestigten Spule 10. Im Gegensatz zu der Ausführungsform der Figur 1 sind in der Ausführungsform der Figur 2 drei Permanentma-

netpaare 8, 9 und 22 auf der Grundplatte 3 angeordnet, wobei die einzelnen Permanentmagnete 6, als Kreissegmentteile ausgeführt, unter Belassung jeweils eines Zwischenraums 21 positioniert sind. Weiterhin ist, neben der Spule 10, wie sie auch in der ersten Ausführungsform der Figur 1 eingesetzt ist, eine weitere Spule 40 vorgesehen. Die Spulen 10 (schraffiert dargestellt) und die Spule 40 (doppelt-schraffiert dargestellt) sind beide an dem Träger 11 gehalten und in ihrer Größe auf die Größe der Permanentmagnete 6 abgestimmt. Aufgrund der geringeren Abmessungen der Permanentmagnete 6 weisen sie kleinere Außenabmessungen als die Spule 10 in der Ausführungsform der Figur 1 auf. Wie in Figur 1 zu erkennen ist, ist die erste Spule 10 zu der zweiten Spule 40 versetzt, die beiden jeweiligen Schenkel 17 sowohl der Spule 10 als auch der Spule 40 sind so beabstandet sind, dass sie in der Grundstellung des elektromagnetischen Stellglieds, die in Figur 2 gezeigt ist, im Wesentlichen nur in dem Zwischenraum des ersten Permanentmagnetpaares 8 liegt. Für eine Betätigung des elektromagnetischen Stellglieds wird, ausgehend von der Grundstellung, die in Figur 2 gezeigt ist, , wo sich die Spule 10 in dem Spalt zwischen dem ersten Permanentmagnetpaar 8 befindet, in der die Spule 10 mit einem negativen Strom vorgespannt ist, mit einem positiven Strom beaufschlagt, so dass sie sich aufgrund in den Spalt zwischen dem zweiten Permanentmagnetpaar 9 schwenkt. Diese zweite Stellung ist in Figur 3 mit der doppeltpunktierten Linie des Trägers 11 und der Platte 15 gezeigt. Nach Anlegen eines weiteren Impulses, mit umgekehrten Vorzeichen zu dem vorherigen Impuls, an die zweite Spule 40 und nicht an die erste Spule 10 (die stromlos geschaltet wird) , wird der Träger 11, in eine dritte Stellung zwischen dem dritten Permanentmagnetpaar 22 bewegt, so dass sich die Stellung der Platte 15 ergibt, wie sie in unterbrochener Linie in Figur 3 dargestellt ist. Diese Bewegung wird demzufolge dadurch erreicht, dass aufgrund der versetzten Position der zweiten Spule 40 der linke Schenkel der Spule 40 weiter zu dem dritten Permanentmagnetpaar 22 hin liegt. Obwohl es nicht in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist, sind die beiden Spulen 10 und 40 jeweils mit einem Paar von Litzenleitungsdrähten für die getrennte Stromzufuhr verbunden.

Die drei unterschiedlichen Positionen können, wie anhand der Figur 3 deutlich wird, für unterschiedliche Funktionen bzw. Betätigungs- und Stellvorgänge ausgenutzt

werden. Das elektromagnetische Stellglied, wie es in Figur 1 bis Figur 3 dargestellt ist, ist dazu ausgelegt, auf die Platte 15 aufprallende Teile in unterschiedliche Richtungen abzulenken, wie noch nachfolgend anhand der in Figur 6 und 7 dargestellten Sortiereinrichtung erläutert werden wird.

Das elektromagnetische Stellglied der Figur 1, mit den zwei unterschiedlichen Stellungen der Platte 15, ist aufgrund der Größe der Spule und der Größe der sektorförmigen Permanentmagnete 6 so ausgelegt, dass die Platte 15 um einen Winkel von etwa  $120^\circ$  verschwenkt wird.

In der Ausführungsform, wie sie in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist, ist die Platte 15 ebenfalls über einen Bereich von etwa  $120^\circ$  verschwenkbar, allerdings mit drei unterschiedlichen Positionen, d.h. einer Grundstellung, einer Position, in der die Platte 15 um  $60^\circ$  verschwenkt ist, und einer dritten Position, wo die Platte 15 zu der Grundstellung um  $120^\circ$ , und in Bezug auf die zweite Stellung um  $60^\circ$ , verschwenkt ist.

In den Darstellungen der Figuren 2 und 3 sind Teile, wie die Litzenleitungsdrähte 20 der Ausführungsform der Figur 1, aus Gründen der besseren Deutlichkeit weggelassen.

Um das elektromagnetische Stellglied schmal zu halten, d.h. in Bezug auf die Dimension in Richtung der Achse 7, können folgende Dimensionierungen vorgesehen werden:

Dicke der Permanentmagnete: bevorzugt etwa 5 mm (Minstdicke 2 mm)

Spalt zwischen den jeweiligen Permanentmagnetpaaren: 5 mm

Dicke der Spule: bevorzugt etwa 5 mm (Minstdicke 3 mm)

Dicke der Grundplatten 2: bevorzugt etwa 8 mm (Minstdicke 4 mm)

Hieraus ergibt sich eine Gesamtdicke der Gehäusestruktur 1, und damit des elektromagnetischen Stellglieds, von etwa 24 mm (mit den Mindestmaßen 17 mm).

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren 1 bis 3 die elektromagnetischen Stellglieder etwa maßstabsgerecht darstellen.

Figur 4 zeigt eine Moduleinheit 23, die aus zehn elektromagnetischen Stellgliedern, mit dem Bezugszeichen 24, bezeichnet, aufgebaut ist. Diese einzelnen Stellglieder 24 sind mit der Achse 7, an denen die Träger 11 gehalten sind, zueinander ausgerichtet. Bei den Stellgliedern 24, wie sie in der Moduleinheit 23 eingesetzt sind, handelt es sich um solche, die in dem Innenraum 3 der jeweiligen Gehäusestruktur 1 zwei Permanentmagnetpaare 8, 9 aufweisen. Diese Permanentmagnete sind allerdings nicht, wie in der Ausführungsform der Figur 1, als Kreissegmentteile ausgeführt, sondern es handelt sich um Stabmagnete. Hierdurch soll verdeutlicht werden, dass auch solche Stabmagnete möglich sind, allerdings diese Ausführungsform keine Optimierung der Verhältnisse darstellt.

Jedes der Stellglieder 24 der Moduleinheit 23 weist eine Platte 15 auf, die unabhängig voneinander durch Ansteuerung des jeweiligen Stellglieds 24 betätigt werden können (d.h. ortsabhängig in y-Richtung (siehe die angegebenen Koordinatenpfeile in Figur 4).

Eine Moduleinheit 23, wie sie in Figur 4 dargestellt ist, kann beidseitig an einer oberen Trägerplatte 25, an der die einzelnen Stellglieder 24 aufgehängt sind, befestigte Halteplatten 26 aufweisen. Für ein Verschwenken und ein Justieren der Moduleinheit 23 sind Kreislochrainen 27 um jeweilige Befestigungslöcher 28 herum angeordnet.

Die Moduleinheit der Figur 5 mit den beiden Halteplatten 26 ist für den Einsatz in Verbindung mit einer Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen ausgelegt. Eine solche Sortiereinrichtung ist schematisch einer Seitenansicht in Figur 6 und in einer perspektivischen Darstellung in Figur 7 gezeigt. Die Figur 7 soll das grundsätzliche Arbeitsprinzip einer solchen Sortiereinrichtung verdeutlichen.

Die Sortiereinrichtung der Figur 6 umfasst ein Transportband 30, das horizontal ausgerichtet ist; dieses Transportband 30 ist in der Sortiereinrichtung, wie sie perspektivisch in Figur 7 gezeigt ist, an einem Grundgestell 29 gehalten. Das Transportband



30 wird über eine eingangsseitige Umlenkrolle 31 und zwei hintere, auslaufseitige Umlenkrollen 34, 35, die in Figur 7 nicht zu sehen sind, geführt. Die Laufrichtung ist mit einem Richtungspfeil 32 bezeichnet. Der Richtungspfeil 32 entspricht dem Richtungsvektor „x“ in Figur 4, allerdings mit umgekehrter Richtung.

Ausgangsseitig des Transportbands 30 befindet sich in Figur 6 ein einzelnes Stellglied 24, während in der Sortiereinrichtung der Figur 7 eine Moduleinheit 23 vorgesehen ist. Zum Sortieren von Metallteilen, wozu diese Sortiereinrichtung insbesondere geeignet ist, werden Metallteile auf das Transportband 30 aus einem Vorratsbehälter 36 aufgestreut. Aus diesen Metallteilen soll eine bestimmte Fraktion, beispielsweise eine bestimmte Metallart, heraussortiert werden, die durch schwarze Teile in der Figur markiert sind, während der Rest der Metallteile durch weiße Teile gekennzeichnet ist. Diese Teile werden in Richtung zu dem Stellglied 24 hin befördert. Auslaufseitig des Transportbands 30 ist, unterhalb des Bands 30, ein Sensor 37, beispielsweise in Form eines induktiv arbeitenden Elements, angeordnet. Im Gegensatz zu dem einzelnen Sensor 37 in Figur 6 ist bei der Anordnung der Figur 7 ein Sensorfeld vorgesehen, das durch das Feld 33 angedeutet ist. Dieses Sensorfeld 33 besteht aus mehreren in y-Richtung verteilten einzelnen Sensoren 37, die ortsabhängig, in y-Richtung, einzelne auf dem Transportband geführte Metallteile erkennen.

Der Sensor 37 der Figur 6 erzeugt, beim Erfassen eines schwarzen Teils, ein Signal, woraufhin die Platte 15 des Stellglieds 24 in die mit schwarzer Linie markierte Position geschwenkt wird, so dass das schwarze Teilchen, das das Transportband 30 verlässt, gegen die Platte 15 prallt und in einen ersten Auffangbehälter 38 abgelenkt wird. Falls der Sensor 37 weiße Teile auf dem Transportband erfasst, beispielsweise indem kein Sensorsignal abgegeben wird, wird die Platte 15 in die Position, die in unterbrochener Linie dargestellt ist, geschwenkt, so dass die weißen Teile aufgrund ihrer Flugbahn in den zweiten Auffangbehälter 39 fallen.

Das vorstehend erläuterte Prinzip wird bei der Sortiereinrichtung der Figur 7, die das Sensorfeld 33 aufweist, angewandt. Die einzelnen Sensoren des Sensorfelds 33 erzeugen ortsabhängig Signale aufgrund bestimmter Teile, beispielsweise Metallteile,

die den Sensor passieren, und aufgrund eines solchen Signals wird das der Position zugeordnete elektromagnetische Stellglied 24 der Moduleinheit 23 angesteuert. Durch Betätigung des jeweiligen Stellglieds 24 wird dessen Platte 15 in die Flugbahn des entsprechenden Metallteils geschwenkt, so dass, aufgrund der Platte 15, dann die Flugbahn des auf die Platte 15 auftreffenden Metallteils geändert wird, um dieses als zu sortierende Fraktion auszusondern. Ausgangsseitig des Transportbands 30, d.h. zwischen der ausgangsseitigen Umlenkrolle und der Moduleinheit 23, können entsprechende Auffangtrichter positioniert werden.

Somit ergibt sich eine Sortiereinrichtung, die einen kompakten Aufbau aufweist und durch den Einsatz der Moduleinheit 23 mit den einzelnen, elektromagnetischen Stellgliedern die üblichen Druckluftdüsen zum Aussondern der Metallteilchen, und die damit verbundenen Druckluftversorgungen, nicht benötigt. Die speziell eingesetzten Stellglieder 24, wie sie auch anhand der Figuren 1 bis 3 beschrieben sind, sind für den Zweck solcher Sortiereinrichtungen besonders gut geeignet, da sie für eine genauere Separation und einen höheren Volumenstrom aufgrund der genannten Vorteile sorgen.

Figur 8 zeigt eine Ausführungsform mit einem Transportband 30, das mit dem Transportband 30 der Figuren 6 und 7 vergleichbar ist. Im Gegensatz zu den Ausführungsformen, die in den Figuren 6 und 7 dargestellt sind, sind bei der Ausführungsform der Figur 8 seitlich des Transportbands 30 drei zueinander beabstandete Stellglieder 24 positioniert. Die Stellglieder 24 sind so orientiert, dass deren Platte 15 horizontal, d.h. parallel zur Ebene des Transportbands 30 und entgegengesetzt zu der Laufrichtung des Transportbands 30, verschwenkt werden können. Aufgrund eines Sensorsignals (die Sensoren sind in Figur 8 nicht dargestellt) wird ein entsprechendes Stellglied 24 betätigt, um seine Platte in den Transportweg zu schwenken und dadurch das erfasste Stoffteil von dem Transportband seitlich, d.h. gegenüberliegend dem Stellglied 24, zu entfernen, zum Beispiel in einen entsprechenden Auffangbehälter hinein. Das Prinzip der Sortiereinrichtung, wie sie in Figur 8 gezeigt ist, kann durch mehr oder weniger elektromagnetische Stellglieder 24 den jeweiligen Sortieranforderungen angepasst werden.

SULT GmbH  
Im Feldle 7  
75365 Calw

L.S.I. Dipl.-Ing. Hans BOFFO  
Siemensstraße 22b  
61130 Nidderau

## PATENTANMELDUNG

„Elektromagnetisches Stellglied, Moduleinheit mit mehreren, nebeneinander angeordneten elektrischen Stellgliedern sowie Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen, recycelbaren Stoffen“

### Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Stellglied mit mindestens einer drehbar um eine Achse (7) aufgehängten mit Strom beaufschlagbaren Spule (10), wobei die Spule (10) von einer Grundstellung aus im Spalt zwischen zwei gegenpoligen, ersten Permanentmagneten (8) eine Drehbewegung um die Achse (7) zu einer zweiten Stellung in einen Spalt zwischen zwei zweiten, gegenpoligen Permanentmagneten (9) vornimmt, mit einem Magnetfeld, das im Spalt der zweiten Permanentmagnete (9) entgegengesetzt zu der Richtung des Magnetfelds im Spalt der ersten Permanentmagnete (8) verläuft, wobei die Drehbewegung der Spule (10) einen Stellvorgang bewirkt.
2. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Windungen der Spule (10) in Ebenen verlaufen, die im Wesentlichen senkrecht zu der Achse (7) liegen.
3. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (6) aus Neodymium-Eisen-Bor gebildet sind.
4. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (6) als plattenförmige Ringsegmente ausgebildet sind.

5. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenradius und der Außenradius der Ringsegmente ihren Ursprung an der Achse (7) haben.
6. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (10) zwei Schenkel (17) aufweist, die radial zu der Achse (7) ausgerichtet sind.
7. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (10) an einem Träger (11) gehalten ist, der an der Achse (7) aufgehängt ist, wobei das der Spule (10) gegenüberliegende Ende des Trägers (11) ein Verstellteil (15) bildet.
8. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Permanentmagnete (6) auf der einen Seite und auf der anderen Seite des Spalts an jeweils einer Grundplatte (2) gehalten sind, wobei die Grundplatten (2) Teile einer äußeren Gehäusestruktur (1) bilden.
9. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Grundplatte (2) ein Lager vorgesehen ist, in der die Achse (7) gehalten ist.
10. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (10) mittels mit Silikon ummantelten Litzenleitungsdrähten (20) mit Strom versorgt ist.
11. Elektromagnetisches Stellglied nach den Ansprüchen 8 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Litzenleitungsdraht (20) auf jeder Seite des Trägers (11) angeordnet und mit der Gehäusestruktur (1) verbunden ist.
12. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundplatten (2) durch eine Gehäusewand (4), die die Spule (10) und die Permanentmagnete (6) umschließt, auf Abstand gehalten sind.
13. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein weiteres drittes Permanentmagnetpaar (22), gegenpolig zu dem zweiten Permanentmagnetpaar (9), vorgesehen ist mit einem

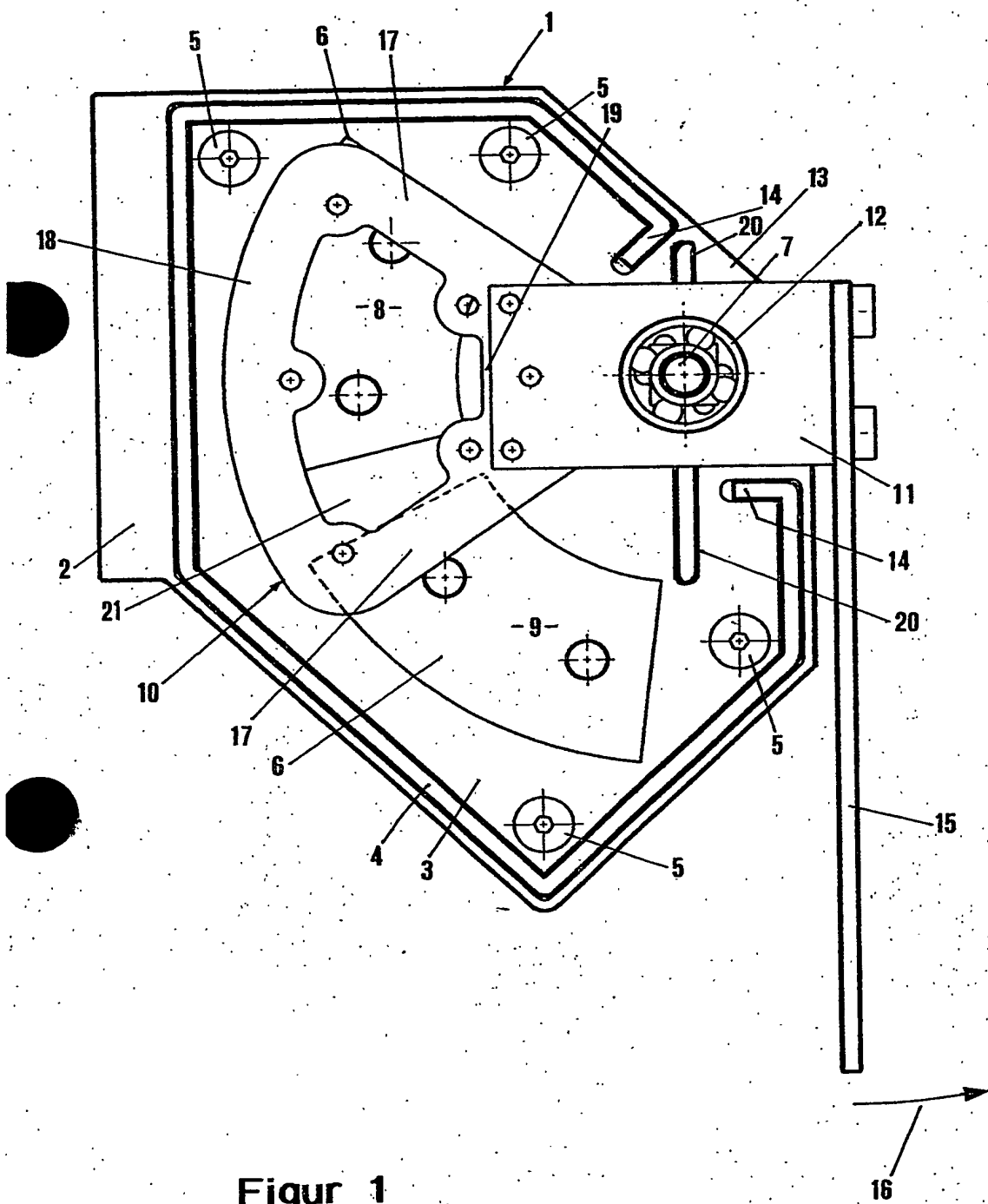
Spalt dazwischen, sowie eine weitere Spule (40) vorgesehen ist, wobei die weitere Spule (40) zu der ersten Spule (10) versetzt ist derart, dass sie näher zu dem dritten Permanentmagnetpaar (22) liegt und dann mit Strom beaufschlagt wird, wenn eine Drehbewegung von dem zweiten Permanentmagnetpaar (9) zu dem dritten Permanentmagnetpaar (22) erfolgt.

14. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellung der Spulen (10; 40) zwischen den jeweiligen Permanentmagnetpaaren (8; 9; 22) für einen Stellvorgang genutzt wird.
15. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnetpaare (8; 9) einen Sektor von etwa 90° überdecken.
16. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Permanentmagnetpaare (8; 9; 22) einen Sektor zwischen 120 und 180° überdecken.
17. Elektromagnetisches Stellglied nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in der Grundstellung die Spule (10) mit negativer oder positiver Spannung beaufschlagt ist und für die Überführung von der Grundstellung zu der zweiten Stellung umgepolt wird.
18. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (10) zum Zurückführen von der zweiten Stellung in die erste Stellung mit Strom beaufschlagt wird.
19. Elektromagnetisches Stellglied nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige Litzenleitungsdraht (20) in einer Schlaufe gelegt ist, die eine Länge aufweist, die ein Mehrfaches des direkten Verbindungswegs zwischen einer Anschlussstelle an der Spule (10) und einer gehäuseseitigen Anschlussstelle ist.
20. Moduleinheit (23) mit mehreren nebeneinander angeordneten elektromagnetischen Stellgliedern (24), wie sie in einem der Ansprüche 1 bis 19 beansprucht sind.
21. Moduleinheit (23) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Achsen (7), an denen die Spulen (10) aufgehängt sind, auf einer Linie liegen.

22. Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen Stoffen, die ein Transportband (30) sowie mindestens einen dem Transportband (30) zugeordneten Sensor (37; 33) aufweist, wobei der mindestens eine Sensor (37; 33) ortsabhängig Stoffteile auf dem Transportband erfasst, und mit mindestens einem seitlich des Transportbands (30) angeordneten elektromagnetischen Stellglied (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei ortsabhängig von Signalen des mindestens einen Sensors (37; 33) ortsabhängig das Stellglied (24) angesteuert wird, um ein mit dem Stellglied (24) verbundenes Auswurfteil (15) in den Transportweg des entsprechend erfassten Stoffteils zur Aussonderung des Stoffteils zu schwenken.
23. Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen Stoffen, die ein Transportband (30) sowie mindestens einen dem Transportband (30) zugeordneten Sensor (37; 33) aufweist, wobei der mindestens eine Sensor (37; 33) ortsabhängig Stoffteile auf dem Transportband erfasst, und mit mindestens einem hinter dem auslaufseitigen Ende des Transportbands (30) angeordneten elektromagnetischen Stellglied (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei ortsabhängig von Signalen des mindestens einen Sensors (37; 33) ortsabhängig das Stellglied (24) der Moduleinheit (23) angesteuert wird, um ein mit dem Stellglied (24) verbundenes Auswurfteil (15) in die Flugbahn des entsprechend erfassten Stoffteils zu schwenken.
24. Sortiereinrichtung zum Sortieren von unterschiedlichen Stoffen, die ein Transportband (30) sowie ein dem Transportband (30) zugeordnetes Sensorfeld (33) aufweist, wobei das Sensorfeld (33) ortsabhängig Stoffteile auf dem Transportband (30) erfasst, und mit einer hinter dem auslaufseitigen Ende des Transportbands (30) angeordneten Moduleinheit (23) nach Anspruch 20 oder 21, wobei ortsabhängig von Signalen des Sensorfelds (33) ortsabhängig entsprechende Stellglieder (24) der Moduleinheit (23) angesteuert werden, um ein mit dem jeweiligen Stellglied (24) verbundenes Auswurfteil in die Flugbahn des entsprechend erfassten Stoffteils zu schwenken.
25. Sortiereinrichtung nach Anspruch 22, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass sie zum Sortieren von unterschiedlichen Metallteilen eingesetzt wird.

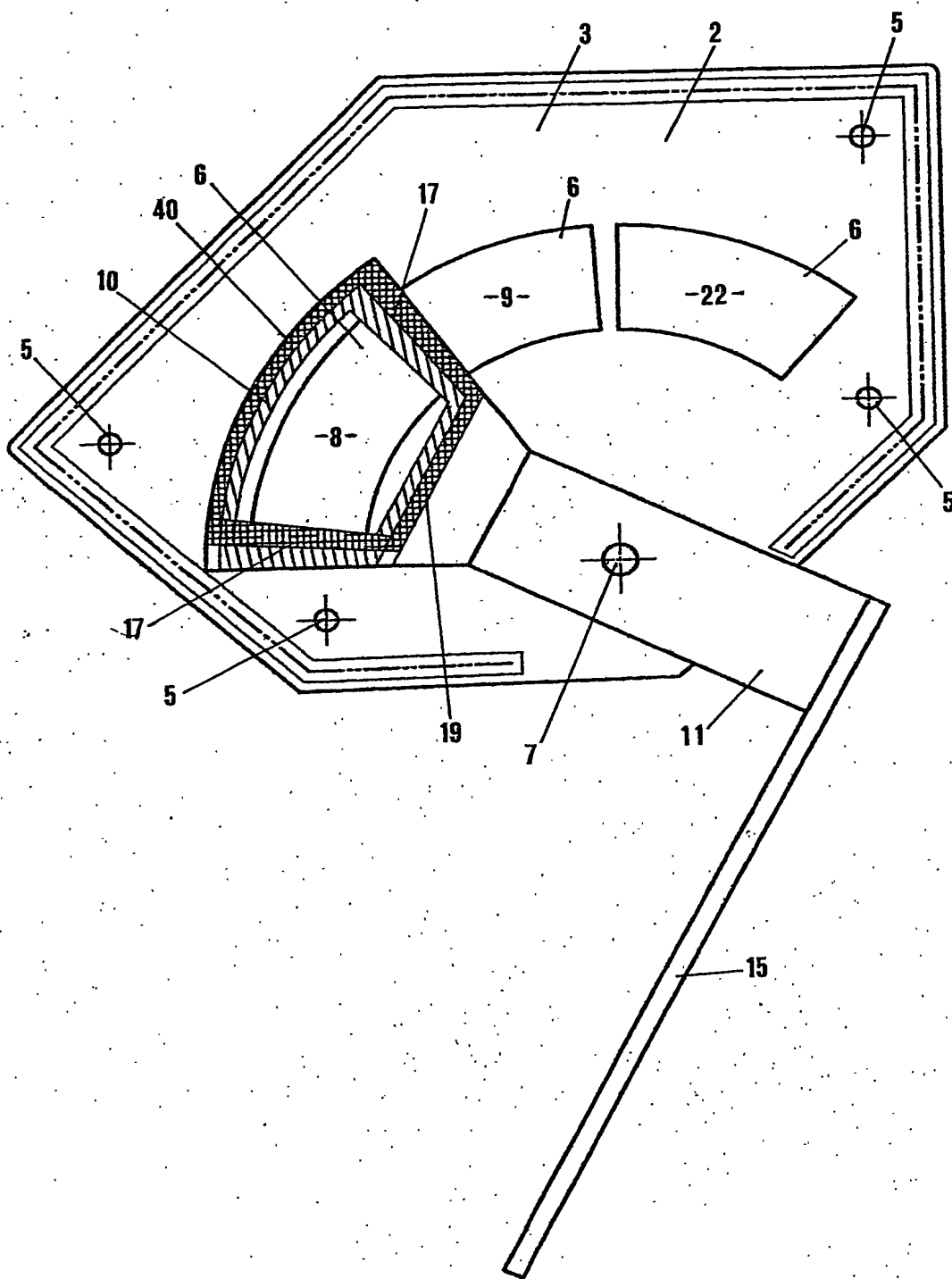
## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Stellglied mit mindestens einer drehbar um eine Achse aufgehängten mit Strom beaufschlagbaren Spule, wobei die Spule von einer Grundstellung aus im Spalt zwischen zwei gegenpoligen, ersten Permanentmagneten eine Drehbewegung um die Achse zu einer zweiten Stellung in einen Spalt zwischen zwei zweiten, gegenpoligen Permanentmagneten vornimmt, mit einem Magnetfeld, das im Spalt der zweiten Permanentmagnete entgegengesetzt zu der Richtung des Magnetfelds im Spalt der ersten Permanentmagnete verläuft, wobei die Drehbewegung der Spule einen Stellvorgang bewirkt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Moduleinheit mit einem solchen Stellglied sowie eine Sortiereinrichtung mit einem solchen Stellglied oder mit einer solchen Moduleinheit.

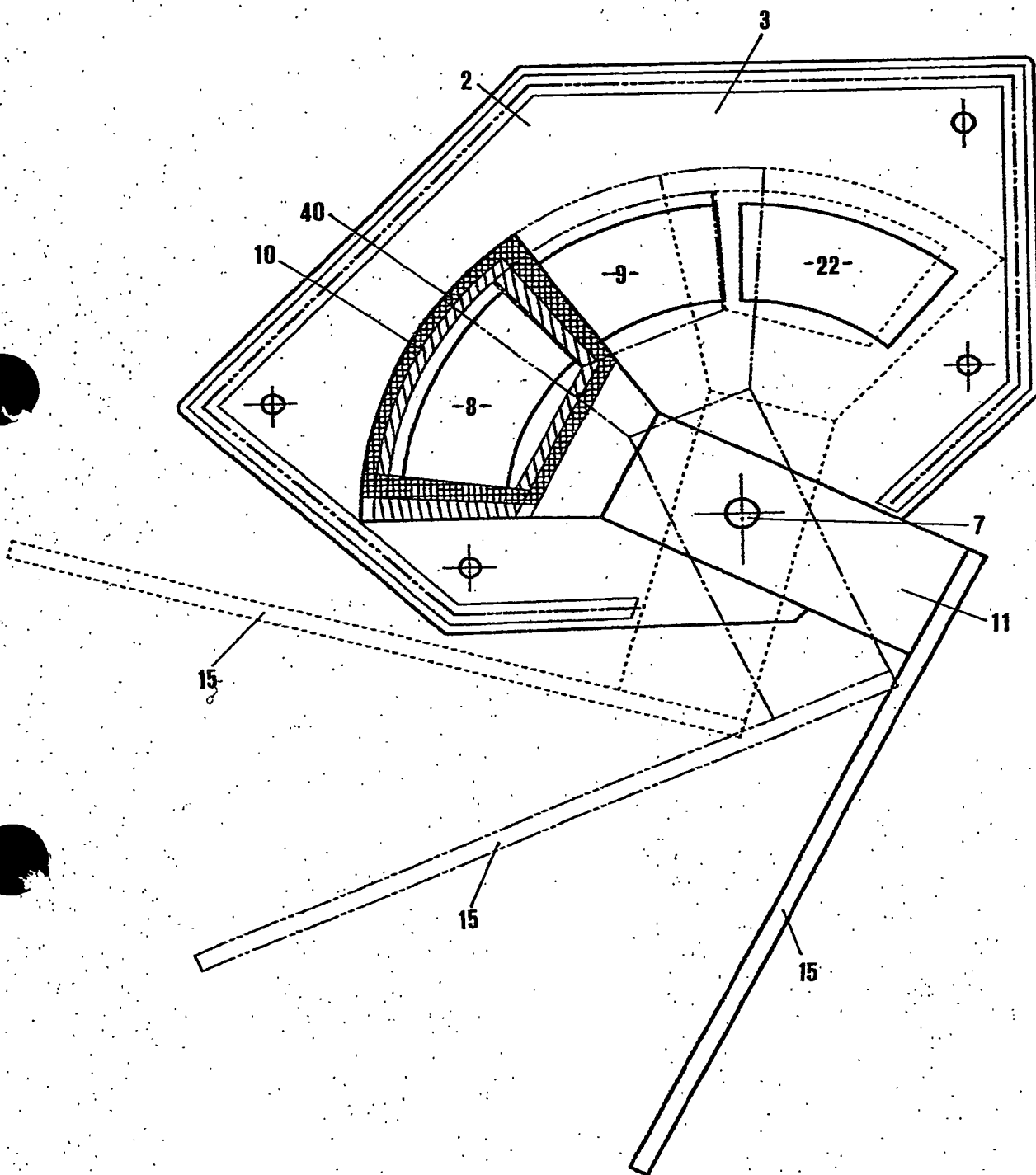


**Figur 1**

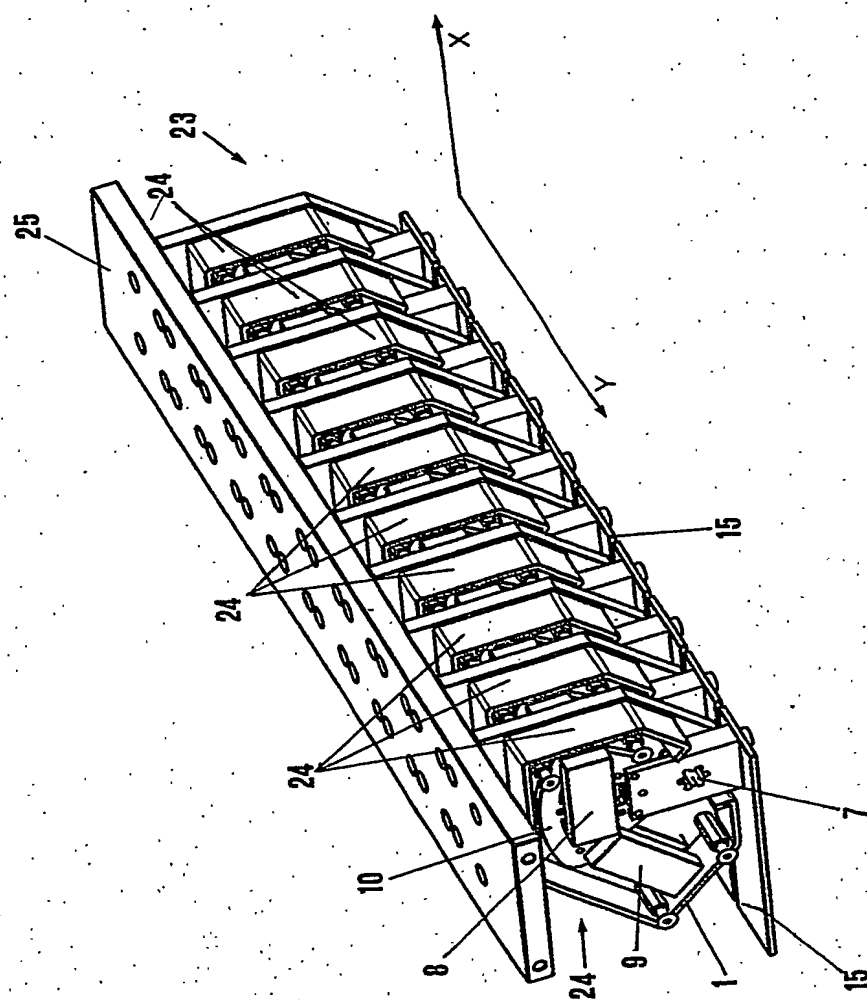




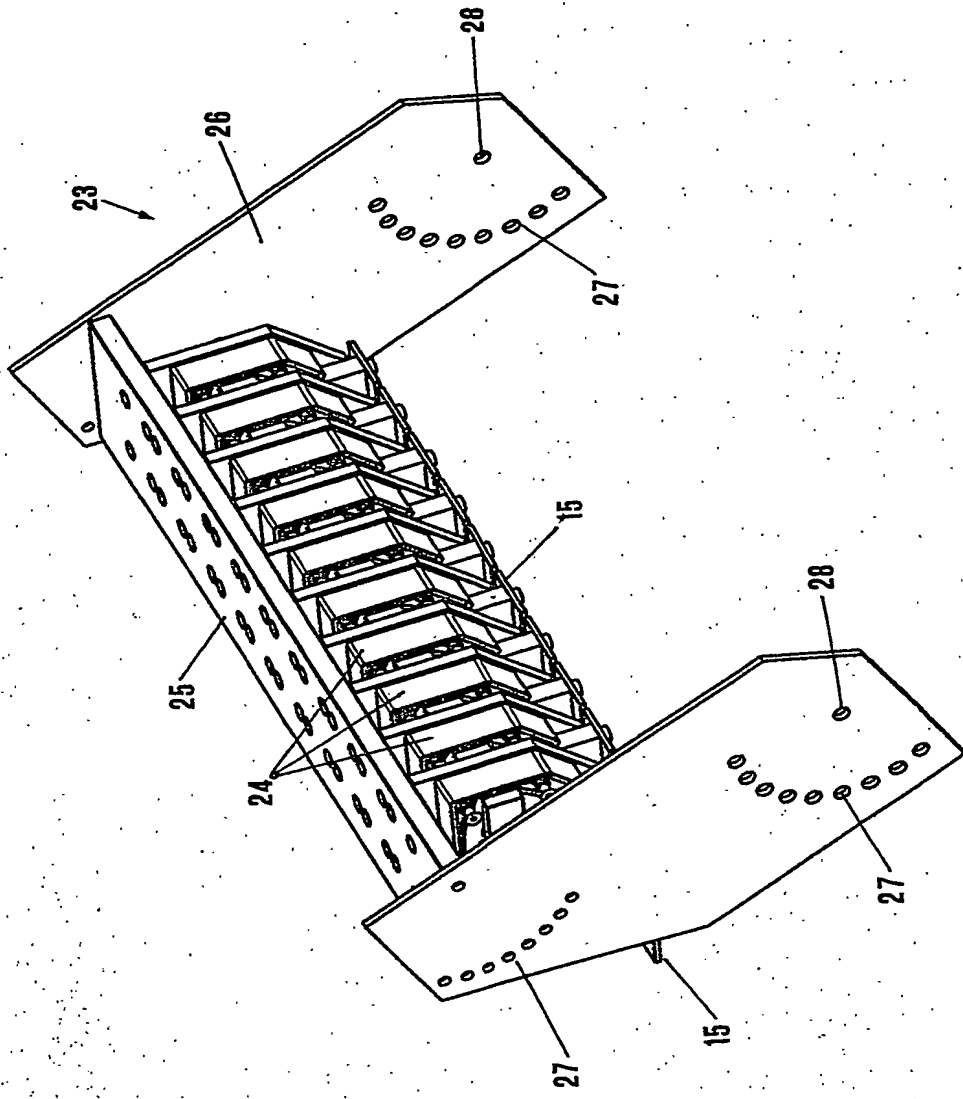
Figur 2



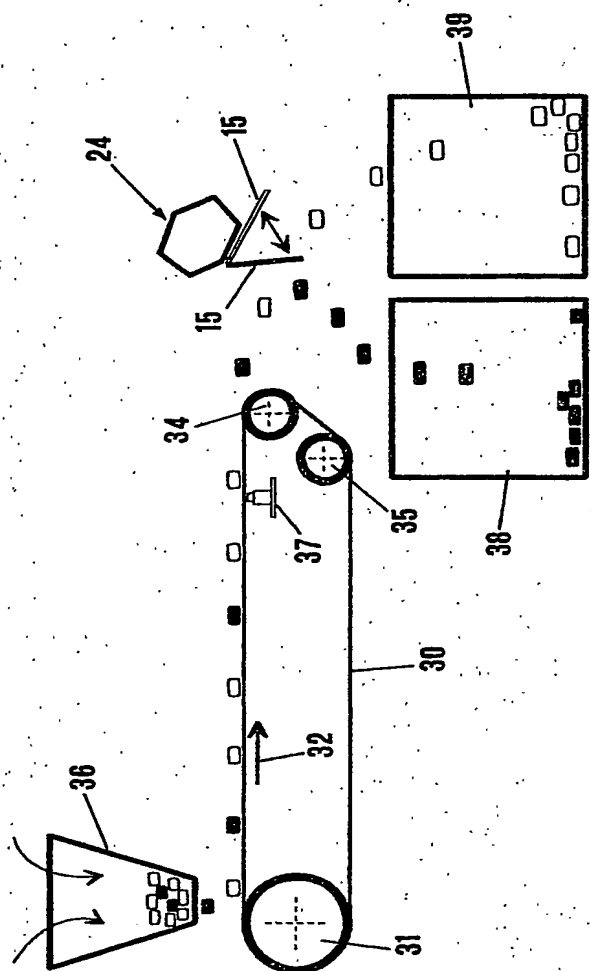
Figur 3



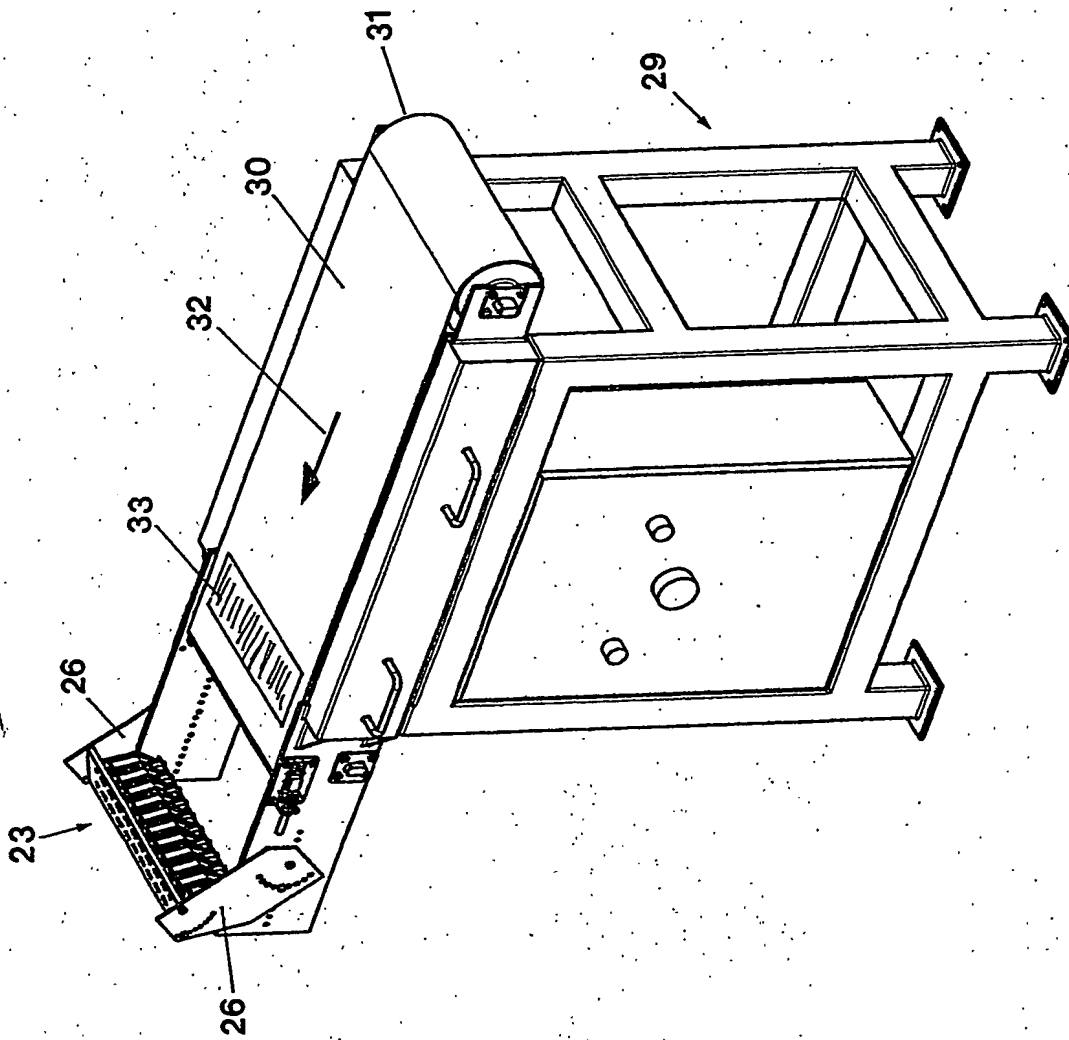
## Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7

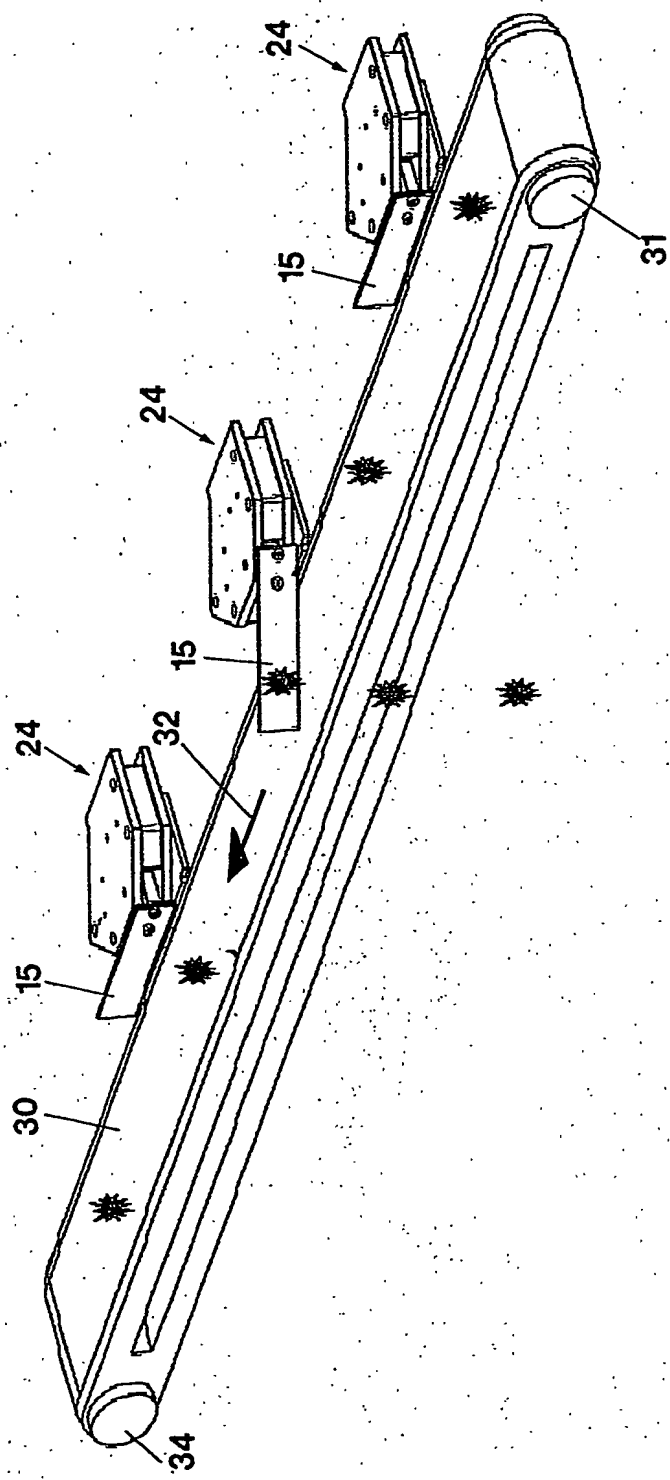


Figure 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**